

Kymographische Röntgenaufnahmen am
gesunden Hundeherzen

Peter Zeiller

1960

Aus der Chirurgischen Tierklinik der Universität München
Vorstand: Professor Dr. Dr. h. c. Melchior Westhues

KYMOGRAPHISCHE RÖNTGENAUFNAHMEN
AM GESUNDEN HUNDEHERZEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von
Peter Zeiller
aus
München

München 1960

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf
Referent: Prof. Dr.Dr.h.c. M. Westhues
Tag der Promotion: 27. 7. 1960

"UNI"-Druck, München 13, Amalienstraße 85

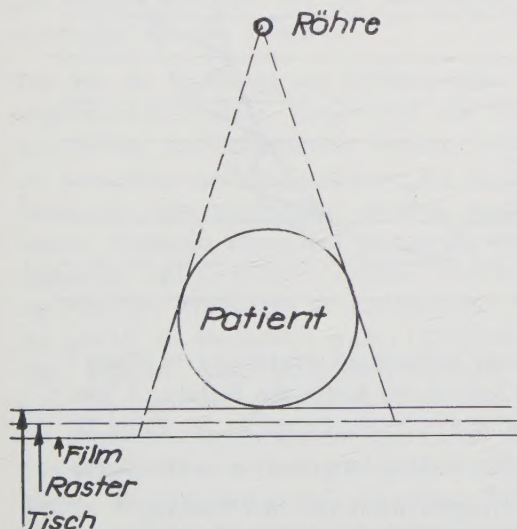


WESEN UND DURCHFÜHRUNG DER KYMOGRAPHIE

Das Prinzip der Röntgenkymographie besteht in einer Darstellung des zeitlichen Ablaufs von Bewegungen von einzelnen Punkten eines inneren Organs. Im Gegensatz zur filmischen Aufnahme des Durchleuchtungsbildes geschieht dies dadurch, daß die Gesamtbewegung auf einem einzigen Film von in der Röntgenpraxis üblichem Format festgehalten wird und dadurch leichter auszuwerten ist.

Die Anfertigung eines Röntgenkymogramms geht wie folgt vor sich:

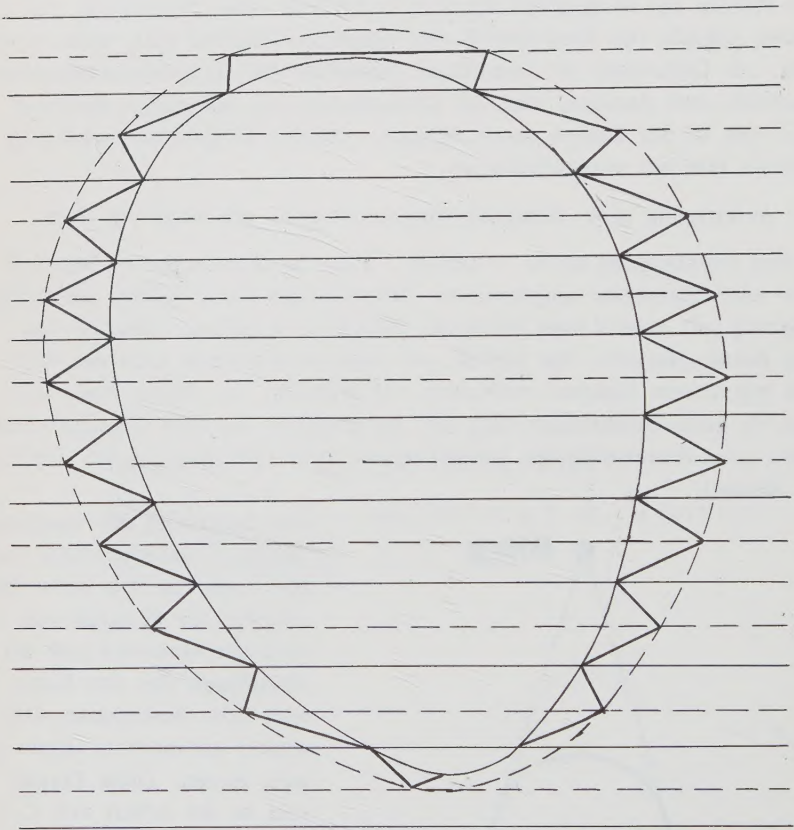
In den Strahlengang Röhre - Patient - Film wird zwischen Patient und Film eine Bleiplatte eingeschaltet. Diese ist (je nach System des Kymographen) mit einem oder mehreren parallelen Schlitzen versehen und wird Raster genannt. Der Raster, bei anderen Modellen auch der Film, sind mit einem Uhrwerk verbunden. Es befördert den Raster bzw. den Film in einer bestimmten Zeit um die Strecke, die dem Abstand zwischen zwei Rasterschlitzen entspricht und zwar senkrecht zu den Schlitzen. (s. Skizze)



Die Erörterung der mathematischen Zusammenhänge zwischen Rasterschlitzbreite und Abstand der Schlitze von einander einerseits und der Ablaufszeit des den Raster oder Film bewegendes Uhrwerkes andererseits würde zu weit führen. Diese Fragen sind in der Arbeit von C. G. Sundberg (1) "The roetgen-kymogram of the normal heart" erörtert und begründet.

Strahlengang

Um die Entstehung des Bildes deutlich zu machen, diene folgende Skizze:



Das Herz befindet sich in einem bestimmten Augenblick in Phase I (gestrichelte Linie). Zugleich nehme der Raster die Stellung 1 ein. (Gestrichelte Rasterlinie) Zu einem späteren Zeitpunkt sei Phase II (durchgezogene Linie) der Herzbewegung festgehalten, während der Raster, welcher inzwischen weitergewandert ist, nun Stellung 2 (durchgezogene Rasterlinie) einnimmt. Verbindet man nun die Schnittpunkte von Herzphase I und Rasterstellung 1 mit denen von Herzphase II bzw. Rasterstellung 2, so hat man einen ungefähren Überblick über die Entstehungsweise der kymographischen Aufnahme. Allerdings sind

dies nur zwei willkürlich herausgegriffene Zeitpunkte, während in Wahrheit der Raster kontinuierlich abläuft und die ebenfalls kontinuierliche Herzaktion fortlaufend registriert. Von dem geschilderten Grundprinzip ausgehend, wurden im Laufe der Entwicklung der Röntgenkymographie zahlreiche Modifikationen entwickelt, von deren wichtigsten noch zu sprechen sein wird.

LITERATUR

Das Problem, die Bewegungen innerer Organe darzustellen, wurde von zahlreichen Autoren auf verschiedensten Wegen zu lösen versucht. Die älteste und noch heute weitest verbreitete Art Bewegungen innerer Organe festzustellen ist die Auskultation, also eine akustische Untersuchungsmethode, welche über Rhythmus, Intensität und Dauer der Aktionen z.B. des Herzens wichtige Aufschlüsse gibt. Daneben bestehen seit langem Bemühungen, Organbewegungen auch optisch darstellbar zu machen. Haycraft (1891) versuchte die Bewegung des Herzens dadurch darzustellen, daß er Nadeln durch die Brustwand hindurch auf einzelne Punkte des Herzens aufsetzte und die Bewegungen, welche durch die Nadeln übertragen wurden, festhielt.

Erst mit der Einführung der Röntgenstrahlen in die Medizin konnten Bewegungsabläufe erfaßt, ausgewertet und nach Entwicklung entsprechender Apparaturen auch objektiviert werden. Zunächst versuchte man das Problem auf dem Wege der Filmaufnahme mit sichtbarem Licht zu lösen und es findet sich eine erste Arbeit hierüber bei Ejkmann im Jahre 1901. Bei diesem Verfahren ergab sich jedoch die Schwierigkeit, daß die einzelnen Filmbilder erst in größerer Anzahl übereinanderkopiert werden mußten, um objektive Messungen zu ermöglichen. Die technischen Schwierigkeiten, die hierbei zu überwinden waren (Kleinheit und Unschärfe des Einzelbildes), ergaben jedoch keine befriedigenden Resultate. Es wurde daher versucht Röntgenbilder gewöhnlichen Formates in schneller Folge von ein- und demselben Organ anzufertigen. Über diese Versuche berichteten Kaestle, Rieder und Rosenthal (1909, 2). Sie nannten ihr Verfahren "Bioröntgenographie". Es gelang ihnen in 22 Sekunden sechs Aufnahmen von der Bewegung des menschlichen Magens zu machen, was bei der Leistung der damaligen Röntgenapparate ein beachtliches Ergebnis darstellt. Diese Aufnahmen wurden übereinander gepaust und ergaben so ein allerdings nicht kontinuierliches Bild der Magenperistaltik.

Ein anderes Verfahren wurde 1912 von Levy - Dorn und Silberberg (3) als "Polygramm" beschrieben. Es bestand darin, daß auf einem Film mehrere Aufnahmen desselben Organes gemacht wurden. Während der Belichtung wurde mehrmals der Strahlengang unterbrochen um eine andere Bewegungsphase abzuwarten. Es leuchtet ein, daß auch dieses Verfahren nur unvollkommene Ergebnisse zeitigte.

Daher stellte es einen bedeutenden Fortschritt dar, als Sabat (1911)(4) und unabhängig von ihm ein Jahr später Gött und Rosenthal (5) ihre Verfahren bekanntgaben. Gött und Rosenthal nannten es: "Ein Verfahren zur Darstellung der Herzbewegung mittels Röntgenstrahlen (Röntgenkymographie)". In dieser ersten Veröffentlichung sind bereits die wesentlichsten Merkmale der Röntgenkymographie, wie sie heute geübt wird, aufgeführt. G. und R. verwendeten einen Bleiraster mit nur einem Schlitz und beschränkten sich in ihrer Arbeit auf Untersuchungen am Herzen. Sie wiesen darauf hin, daß ihr Verfahren weitgehend modifizierbar sei: Man könne den Rasterschlitz statt in waagrechter auch in senkrechter oder schräger Stellung anwenden, statt des einen Schlitzes mehrere parallele Aussparungen anbringen und andere Organe bzw. deren Bewegungen auf diese Weise untersuchen

Im Jahre 1914 veröffentlichte Becker: "Die Analyse des Elektrokardiogramms mittels der Röntgenkymographie" (6). In dieser Arbeit wird beschrieben, wie durch die mit Hilfe des Röntgenkymographen gewonnene Darstellung der Herzbewegung die Ergebnisse der Elektrokardiographie zu überprüfen sind.

Stumpf veröffentlichte 1928 sein Verfahren zur Kymographie. Er forderte dabei, daß eine kymographische Aufnahme einen "Überblick über die Gesamtbewegung eines Organes" gestatten müsse. Dementsprechend statete er seinen Raster mit Schlitzten im Abstand von 12 mm aus und richtete das Gerät so ein, daß der Raster und nicht wie bei anderen Verfahren der Film durch ein Uhrwerk gleichmäßig bewegt wurde. Durch diese Anordnung ist gewährleistet, daß aufzunehmende Organe in ihrer ganzen Gestalt erkannt werden können und daß andererseits unbewegte Objekte auf dem Kymogramm genau wie auf einer Momentaufnahme abgebildet werden. Das Verfahren nach Stumpf ist das heute in Deutschland allgemein übliche und sein Buch: "Röntgenkymographische Bewegungslehre innerer Organe" (7) das Standardwerk der Kymographie geworden.

In Frankreich setzte sich der Kymograph nach Delherm (8) durch. Delherm forderte, daß die durch den Kymographen aufgezeichneten Kurven der Organbewegung stärker gedehnt sein müßten, um die Auswertung zu erleichtern. Der Raster in seinem Gerät enthielt Schlitze in Abständen von 30 mm.

Cignolini (9) in Italien verwarf die von Stumpf bzw. Delherm verwendeten Apparaturen als zu ungenau arbeitend und verwendete einen Raster, der aus einzelnen, verschieden kombinierbaren Bleistücken bestand und nur einen Schlitz aufwies, der jedoch teilbar war und dessen einzelne Abschnitte an elf verschiedenen Punkten des Herzumrisses angesetzt werden konnten. Auf diese Weise erhielt er von jedem der ausgewählten Punkte Kurven, welche sich über die ganze Länge des Röntgenfilms erstreckten. Später konstruierte er ein Gerät, das für die verschiedenen Methoden nach Stumpf (mit der Delherm'schen Modifikation) und Cignolini verwendbar war. Er nannte es "Pankymograph" (20).

In den folgenden Jahren erschienen in zahlreichen medizinischen und röntgenologischen Zeitschriften des In- und Auslandes Arbeiten, in denen die Technik und die Ergebnisse und die Vor- und Nachteile der drei Methoden erörtert wurden (11). Im allgemeinen wird die Ansicht vertreten, daß das Stumpf'sche Verfahren das zur praktischen Anwendung bestgeeignete ist, während für wissenschaftliche Forschungen die Methode Cignolini gewisse Vorteile biete.

Um die räumlich ziemlich gedrängten Kurven, die man mit dem Stumpf'schen Kymographen erhält, leichter auswerten zu können, konstruierte Stumpf den "Densographen". Bei diesem Gerät werden die kymographischen Aufnahmen mit einer Lichtquelle von einer Seite beleuchtet, während eine photoelektrische Zelle auf der anderen Seite die Helligkeitsschwankungen, die sich durch den Kurvenverlauf des jeweiligen Organrandes ergeben, registriert und in elektrische Stromstöße umwandelt. Diese können dann, ähnlich wie bei dem Elektrokardiographen, aufgezeichnet werden. Dieses Verfahren hat sich nicht durchgesetzt, weil es für die Praxis zu umständlich, zeitraubend und letzten Endes auch zu ungenau ist.

Aus der Tiermedizin wurde bisher m. W. über die Verwendungsmöglichkeiten der Röntgenkymographie nichts veröffentlicht. Bei verschiedenen Fragestellungen in der Humanmedizin wurden Versuche beschrieben, bei denen Tiere, besonders Hunde verwendet wurden. Es handelt sich dabei in der Regel um Versuche, die am Menschen nicht durchgeführt werden konnten.

Sundberg (2) berichtet über Versuche, die er an Hunden anstellte. Er befestigte nach Thoracotomie am Herzen an verschiedenen Stellen Bleistückchen und fertigte Kymogramm-Aufnahmen an. Zweck seiner Untersuchungen war, in der Humanmedizin aufgestellte Hypothesen über die Ortsveränderung bestimmter Herzteile zu untermauern.

Böhme berichtet in einem Abschnitt der röntgenkymographischen Bewegungslehre (7) von Versuchen, die er an Hunden und Katzen machte. Er beschäftigte sich mit Fragen der Blutumwälzung in den Herzbinnenräumen und mit Veränderungen, die mit diesen während der Herzaktion vor sich geht. Er verwendete Kontrastblut und verfolgte dessen Darstellung auf dem Kymogramm.

Mellins, Kottmeier und Kiely (12) beschäftigten sich mit der Auswirkung von Ergüssen in die Pericardhöhle. Zu diesem Zweck wurde bei Hunden Kontrastmittel (Diodrast) in Herzbeutel verbracht und dessen Verteilung und Einwirkung auf die Pulsation des Herzens untersucht. Im Kymogramm wurde dann das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein der Herzaktion festgestellt. Auch diese, wie die vorstehend beschriebenen Versuche wurden an narkotisierten Tieren ausgeführt. Es geschah dies unter speziellen Aspekten, die für eine praktische Verwendung in der Tiermedizin nicht geeignet erscheinen.

Kurze Zusammenstellung der heute gebräuchlichen Verfahren der Röntgenkymographie

Wie sich aus dem Vorhergesagten ergibt, wurden im Laufe der Zeit verschiedene kymographische Verfahren entwickelt, deren wesentlichste Merkmale aufgezeigt werden sollen. Das Verfahren, welches Gött und Rosenthal ursprünglich verwendeten und welches auch Cignolini bevorzugt, ist die Einschlitz-Kymographie, d.h. die Abdeckung weist nur einen Schlitz auf, hinter dem der Film vorbeibewegt wird. Hierdurch erhält man die Darstellung der Bewegung eines einzelnen Punktes, was für die Untersuchung eines engbegrenzten Abschnittes z. B. bei circumscripter Herzmuskelschädigung erwünscht sein kann. Im allgemeinen wird aber angestrebt, das Gesamtbild eines Organes auf einmal darzustellen. Dies geschieht mit Hilfe der Vielschlitz-Kymographie, die es ermöglicht, zugleich die Gesamtbewegung eines Organes und auch die Bewegung einzelner Punkte darzustellen.

Es bestehen hierbei zwei Möglichkeiten der Aufnahme:

Die Aufnahme mit ruhendem Raster und bewegtem Film (Stufenkymographie) und die Aufnahme mit ruhendem Film und bewegtem Raster (Flächenkymographie).

Der Unterschied zwischen beiden Verfahren ist folgender:

Bei der Stufenkymographie werden nur diejenigen Teile des Objektes abgebildet, welche über den Aussparungen des Rasters liegen, d.h. es werden Punkte abgebildet, die um den Abstand zweier Schlitze voneinander entfernt sind. Durch die Bewegung des Films wird die Darstellung unbewegter Teile des Objektes verzerrt.

Bei der Flächenkymographie dagegen kommt wegen der Bewegung des Rasters nicht exakt derselbe Punkt zur Darstellung, sondern aufeinanderfolgende, benachbarte Punkte. Deren Bewegung ist jedoch durch den geweblichen Zusammenhang eine so weitgehend ähnliche, daß diese Ungenauigkeit in der Praxis vernachlässigt werden kann. Zudem hat das Flächenkymogramm den Vorteil, daß ruhende Teile des Objektes wie auf einer gewöhnlichen Momentaufnahme d.h. unverzerrt dargestellt werden. Dies erleichtert die Orientierung und verbindet zudem die Vorteile der Moment- und der Kymaufnahme. Bei Stumpf wird sie im allgemeinen in der Form durchgeführt, daß der Raster parallele Schlitze von 0,3 - 1,0 mm Breite in einem Abstand von 12 mm aufweist. Während der Aufnahme wandert also der Raster Schlitz über eine Strecke von 12 mm bis an die Stelle der nächsten Aussparung. Die Zeit, in der dies geschieht, die sogen. Ablaufszeit des Kymographen, ist verschieden, je nachdem welche Organe aufgenommen werden sollen, bzw. wie schnell deren Bewegung abläuft. Handelt es sich um periodisch wiederkehrende Bewegungen, wie das bei inneren Organen meist der Fall ist (Herz, Magen- und Darmperistaltik), wird angestrebt, möglichst wenige dieser Bewegungsperioden aufzunehmen, da sie untereinander weitgehend identisch sind und die sich ergebenden Kurven dann zeitlich möglichst weit gedehnt sind. Eine zu kurze Ablaufszeit d.h. eine zu starke Dehnung, hat andererseits den Nachteil, daß die Klarheit des Bildes durch unbedeutende Nebenbewegungen (aufgesetzte Bewegungen) leidet.

AUFGABENSTELLUNG

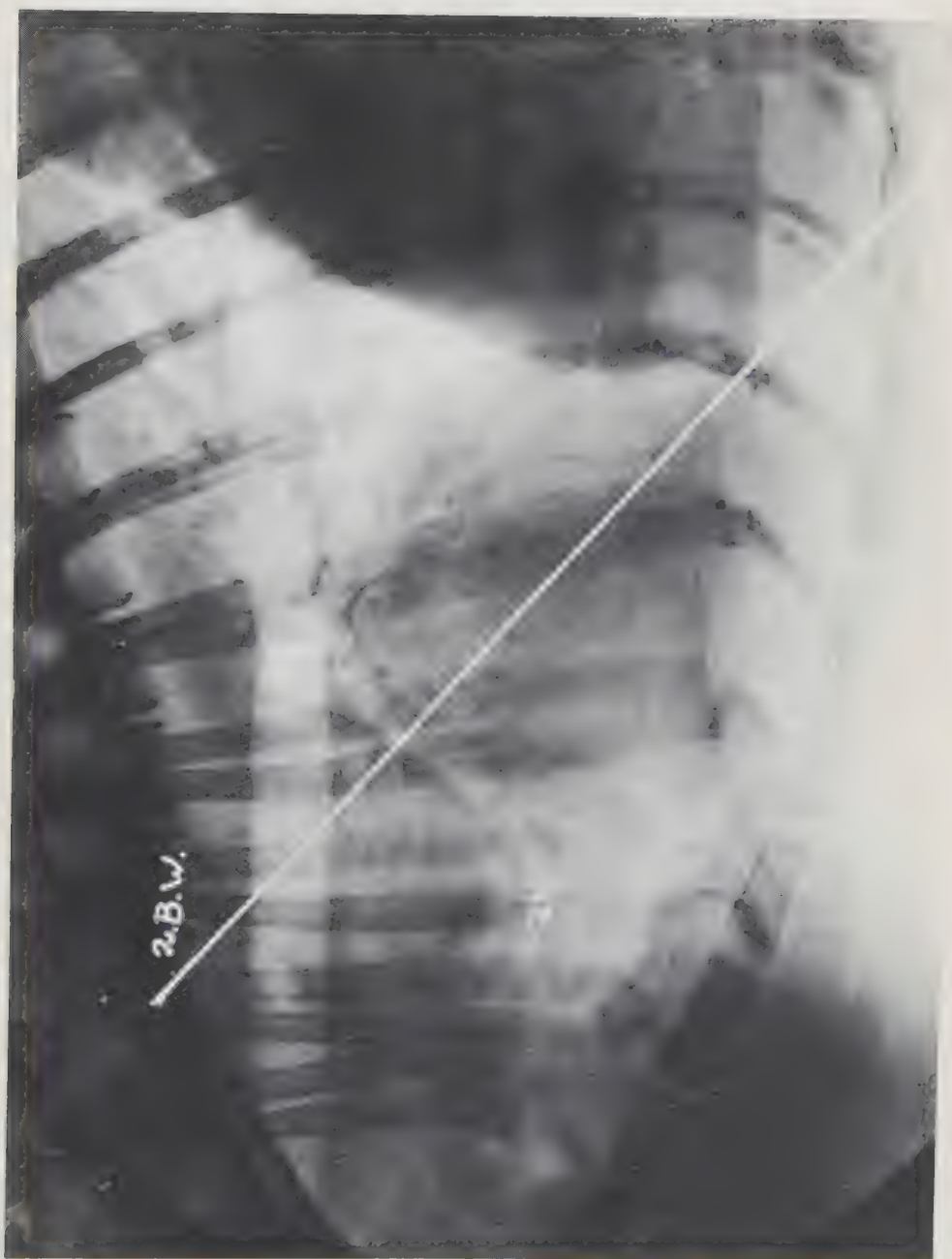
Das Herz spielt in der tiermedizinischen Röntgenkunde bisher eine etwas untergeordnete Rolle. Dies rührt einerseits daher, daß von den mannigfachen Veränderungen und Erkrankungen des Herzens tatsächlich nur ein kleiner Teil auf der Röntgenaufnahme erfaßbar ist, nämlich Vergrößerungen, seien es Dilatationen oder Hypertrophien und eventuell noch massive, mit Schwartenbildung einhergehende Entzündungen der Serosen. Andererseits ist die Beurteilung selbst dieser Veränderungen äußerst schwierig, wenn man die zahlreichen Variationen der Herzgröße bei Hunden, je nach deren Alter, Rasse, Verwendungszweck usw. in Betracht zieht.

Herr Professor Dr. Schebitz erteilte mir dankenswerter Weise die Aufgabe, zu untersuchen, inwieweit die Röntgenkymographie hier eine Möglichkeit bietet, andere Untersuchungsarten des Herzens zu ergänzen. Hierbei war vor allem daran gedacht, die Elektrokardiographie durch eine einfach auszuführende röntgenkymographische Untersuchung zu vervollständigen. Es wurde daher angestrebt, kymographische Aufnahmen unter praktischen klinischen Verhältnissen anzufertigen. Dabei kam es darauf an, den Ablauf der Herzaktion unter normalen Verhältnissen zu untersuchen. Im folgenden sollen die zur Lösung dieses Problems beschrittenen Wege und die erhaltenen Ergebnisse aufgezeigt werden.

ANATOMISCHE UND TOPOGRAPHISCHE GRUNDLAGEN

Das Herz liegt im Mediastinum zwischen den beiden Blättern der Pleura mediastinalis, welche, soweit sie den Herzbeutel bedeckt, Pleura pericardica heißt. Das Herz wird seitlich durch die Lunge von der Brustwand getrennt. Es reicht beim Hunde von der vierten bis siebten Rippe und liegt in der ventralen Hälfte der Brusthöhle. Beim Hunde steht die Herzspitze soweit kaudelwärts, daß das Herz fast waagrecht liegt. Denkt man sich durch das Herz (bei seitlicher Betrachtung) in seiner größten Längsausdehnung eine Achse gezogen, wo würde diese etwa den zweiten Brustwirbel und das Manubrium sterni treffen. Diese Linie ist für die Lagerung zur kymographischen Aufnahme wichtig.

Außerdem liegt das Herz zum größten Teil (etwa drei Fünftel) in der linken Thoraxhälfte. Es ist durch große Gefäße im Thorax befestigt und zwar durch die Aorta an der Wirbelsäule, durch die A. pulmonalis und die Vv. pulmonales mit der Lunge und durch die V. cava mit dem Zwerchfell.



Außerdem setzt der Herzbeutel in der pars sternalis des Zwerchfells, etwa 2 cm vom Übergang zum Sternum an. Durch diese Verbindungen ist das Herz in seiner Lage praktisch unverrückbar fixiert. Durch Untersuchungen an Hunden, welche in bestimmte Körperhaltungen verbracht, anschließend getötet und sofort fixiert wurden, ist dies bewiesen. (13) Die Herzkammern bzw. Vorhöfe liegen beim Hunde mit seinem seitlich zusammengedrückten Brustkorb nicht genau lateral, sondern die rechte Vorkammer und Kammer liegen rechts und kranial, die linke Vorkammer und Kammer links und kaudal. An der linken Seite liegen beide Herzohren und zwischen ihnen die A. pulmonalis. Die bei dextro-sinistalem Strahlengang sich ergebende Ansicht des Hundeherzens entspricht also der Ansicht bei antero-posteriorem Strahlengang bei der Aufnahme des menschlichen Herzens.

An Hand der Röntgenaufnahme des Herzens ergibt sich hieraus bei seitlichem Strahlengang folgende Einteilung des Herzschattens (s. Abb. S. 9:

Die dorsale Kontur wird von der linken Kammer gebildet. In Höhe des Austritts der V. cava caud. beginnt das Gebiet der linken Vorkammer, die sich von hier aus herzbasiswärts erstreckt. Das linke Herzohr tritt bei diesem Strahlengang randbildend nicht in Erscheinung.

Die ventrale Kontur wird von der Herzbasis bis zum Schnittpunkt mit der vierten Rippe von der rechten Vorkammer, von da ab von der rechten Kammer gebildet. Die Herzspitze gehört zum Gebiet der linken Kammer.

Bei ventro-dorsalem Strahlengang stellt sich das Herz wie folgt dar:

Der Umriß des Herzens wird hier zum größten Teil von der linken Kammer gebildet, was durch die besondere, schräg kraniodorsal nach kaudo-ventral verlaufende Lage des Hundeherzens bedingt ist. Hierdurch wird der Schatten der rechten Kammer in den der linken hineinprojiziert und tritt daher nicht randbildend in Erscheinung. Zudem wird durch die schräge Stellung des Herzens bei dorso-ventralem Strahlengang eine beträchtliche Verzerrung des Herzbildes herbeigeführt, d.h. dieses erscheint in seiner Längsausdehnung verkürzt.

VORBEREITUNGEN UND AUFNAHME

Die Aufnahmen wurden mit dem "Tridoros 4" von Siemens in Verbindung mit der EWEM-Kymokassette der Fa. Friedrich Janus gemacht. Diese Kassette wies ursprünglich eine festeingestellte Ablaufszeit von 3,5 sec. auf. Im Verlauf der Versuche ergab sich jedoch, daß dies für den beabsichtigten Zweck nicht geeignet war. Als günstigste Ablaufszeit (in Bezug auf die Herzfrequenz der verschiedenen Hunderassen) wurden 1,8 - 2,8 sec. ermittelt und die Kassette dann auf eine Ablaufszeit von 2,6 sec. fest eingestellt. Für Hunde der Dienstgebrauchsrassen ist dies der günstigste Wert, für kleinere Rassen muß jedoch eine noch kürzere Ablaufszeit verwendet werden. Die Kassette ist mit einer Universalfolie von Siemens versehen und es wurden AGFA-Röntgenfilme verwendet. Die durchschnittlichen Belichtungsdaten waren: 3 sec., 150 m.A. bei 50 KV und einem Fokus-Filmabstand von 120 cm.

Lagerung. Zunächst wurde versucht die Kassette auf den Tisch zu legen und das Tier auf ihr zu placieren, und so die Aufnahme vorzunehmen. Da der Mechanismus der Kassette jedoch durch das darauf lastende Gewicht immer wieder gestört wurde, wurde die Kassette später in das Bucky-Gerät eingelegt und der darin eingebaute, auswechselbare Raster vor der Aufnahme entfernt. Versuche, die Aufnahme vor dem Leuchtschirm im Zielgerät anzufertigen, gelangen deshalb nicht, weil der Raster dort festeingebaut ist und die Aufnahme störte.

Aufnahmerichtung. Zunächst wurde versucht, die Aufnahme in dorsoventraler oder ventrodorsaler Richtung, wie dies beim Menschen üblich ist, zu schießen. Es zeigte sich aber, daß die anatomischen Verhältnisse, wie im vorhergehenden Kapitel besprochen, eine solche Lagerung nicht zulassen. Das Herz wird bei dieser Aufnahmerichtung zu sehr verzerrt und es kommt fast nur die linke Kammer zur Darstellung. Zudem werden die Tiere in Brust- oder Rückenlage leichter unruhig als in Seitenlage, was bei sonst exakter Lagerung dazu führen kann, daß Brustbein und Wirbelsäule nebeneinander projiziert werden und den Herzschatten verdecken können. Daher wurden in der Folge die Aufnahmen in linker Seitenlage durchgeführt, welche anatomisch der ventrodorsalen Aufnahmerichtung beim Menschen entspricht.

Da auf einem Kymogramm Bewegungen nur dann in ihrem ganzen Ausmaß wiedergegeben werden, wenn sie parallel zu den Rasterschlitzten verlaufen,

wird man versuchen, die Längsachse des Herzens senkrecht zu diesen einzustellen. Das kann durch die bereits erwähnte, durch den zweiten Brustwirbel und das *Manubrium sterni* gehende Hilfslinie erreicht werden, da die beiden Punkte leicht erfüllt und die Lage des Tieres bzw. des Thorax zum Raster entsprechend herbeigeführt werden kann.

Zur Aufnahme läßt man das Tier durch zwei Gehilfen auf den Tisch heben und in linke Seitenlage verbringen. Hierdurch ist das Herz dem Film am nächsten und die Verzeichnung (Vergrößerung) im Vergleich zur rechten Seitenlage geringer. Der eine Gehilfe faßt den Kopf und die Vorderbeine und streckt sie nach vorne. Besonders wichtig ist die starke Streckung der Vorderbeine um Überlagerungen durch die Schulter- und Oberarmmuskulatur zu vermeiden. Der andere Gehilfe fixiert die Hinterbeine. Dann ist die Lage des Thorax, wie erwähnt, zu berichtigen. Bei den Vorbereitungen ist darauf zu achten, daß sich das Tier nicht mehr als unvermeidbar aufregt, was die Atmung und die Tätigkeit des Herzens beeinflussen könnte.

In der Humanmedizin wird dem Patienten vor der Aufnahme Atemstillstand in mittlerer Inspirationsstellung unter Kontrolle vor dem Leuchtschirm befohlen. In der Tiermedizin läßt sich dies nicht erreichen, doch muß darauf geachtet werden, daß das Tier während der Aufnahme nicht hechelt oder zittert. Hecheln kann manchmal dadurch unterbunden werden, daß dem Tier der Fang zugehalten wird. Jede weitergehende Beeinflussung der Atmung, etwa durch Zuhalten der Nase, um sie ganz zu unterbinden, ist zwecklos, da das selbst für die kurze Zeit der Aufnahme an der Widersetzlichkeit der Tiere scheitert. Ist dann der Patient in der richtigen Lage auf dem Tisch placiert, ist abzuwarten, bis er sich weitgehend beruhigt hat. Es ist zweckmäßig, das Tier während der Aufnahme durch Zureden abzulenken, da viele Hunde beim Auslöse- und Ablaufgeräusch der Kymokassette erschrecken und unruhig werden.

BESCHREIBUNG DER ERHALTENEN KYMOGRAMME

Durch das verwendete Filmformat von 24 x 30 cm stellt sich selbst bei großen Hunden noch fast der ganze Thorax dar, was die Orientierung sehr erleichtert. Es können also im allgemeinen die vier Begrenzungslinien des Brustkorbes: Wirbelsäule, Brustbein, erstes Rippenpaar und Zwerchfell erkannt werden. Allerdings richtet sich die ganze Aufnahme stets nach der Stellung des Herzens, welches wie beschrieben, senkrecht zu den Rasterschlitzen verlaufen soll.

Deutlich stellen sich im allgemeinen die einzelnen Wirbelkörper dar, ebenso die Segmente des Brustbeins. Zwischen ihnen verlaufen die Rippen, deren Krümmung kaudalwärts stärker wird. Das erste Rippenpaar stellt sich oft nur undeutlich dar, weil hier durch Überlagerung mit der Muskulatur der Vorderextremität eine starke Verschattung eintritt. Auch der Übergang des knöchernen Anteils der Rippe in den Rippenknorpel ist oft deutlich zu erkennen. Was allerdings die Übersicht über die Aufnahmen häufig erschwert, ist die Unschärfe, welche sich durch die Atmung erklärt und nicht vermeiden läßt. Sie betrifft nicht so sehr die Organe im Inneren des Thorax (mit Ausnahme der Lunge, welche aber keinen so starken Schatten und keinen so scharfen Rand ergibt, daß die Klarheit der Aufnahme darunter leiden würde), als vielmehr den knöchernen Thorax, besonders die Rippen und das Brustbein. Hierbei unterscheiden sich die Rippen der dem Film und damit der Kassette und dem Tisch anliegenden Seite häufig von denen der anderen dadurch, daß sie die Atembewegung nicht mitmachen. Dies erklärt sich durch die mechanische Hemmung der Rippenbewegung auf der dem Tisch anliegenden Thoraxseite. Wie weit sich die einzelnen Rippenpaare auf der Aufnahme decken, hängt von der Einstellung der Röhre ab, die aber immer so zu wählen ist, daß der Zentralstrahl die Mitte des Herzschatens trifft.

Neben der knöchernen Begrenzung des Brustkorbes fällt vor allem der Herzschatten auf, welcher beim Hunde gewöhnlich zwischen der vierten und siebten Rippe zu erkennen ist. Die Basis des Herzschattens liegt etwas kranial der *Bifurcatio tracheae*, die Herzspitze im Winkel zwischen Brustbein und Zwerchfell, wo sich meist Herz und Zwerchfellschatten überlagern und eine genaue Festlegung der Apex unmöglich machen.

AUSWERTUNG DER AUFNAHMEN

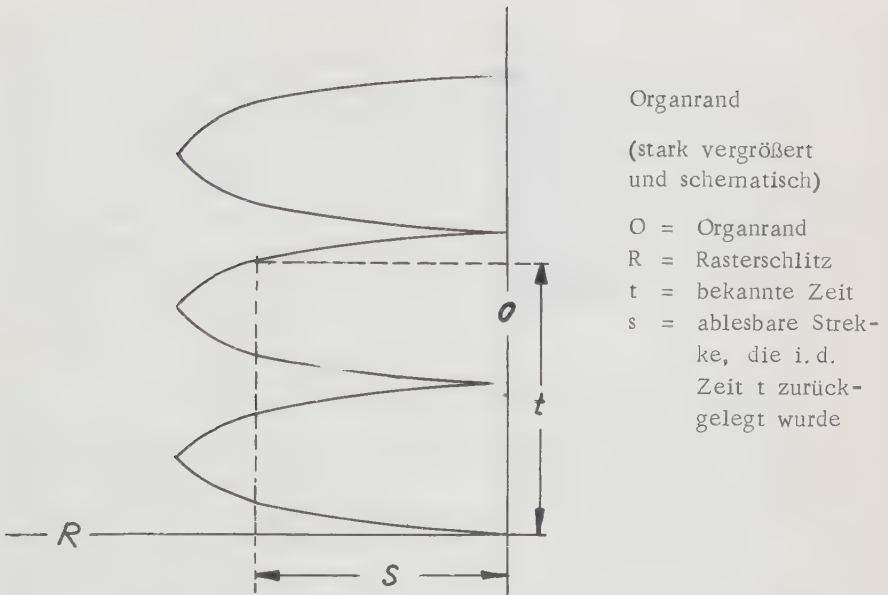
Um die im Kymogramm festgehaltenen Bewegungsvorgänge auszuwerten, gibt es zwei Wege:

1. die Bewegungsvorführung und
2. die Deutung der dargestellten Kurven;

zu 1. Die Bewegungsvorführung besteht aus einer sichtbaren Umkehrung des Aufnahmevorganges. Hierzu läßt man vor dem von hinten beleuchteten Film wiederum den Raster ablaufen. Seine Ablaufrichtung muß in diesem Falle entgegengesetzt zu der der Aufnahme sein. Um den bei der Betrachtung hinderlichen Kontrast zwischen den breiten Streifen der Abdeckung und den schmalen der Aussparungen zu mildern, wird zwischen Raster und Auge des Beobachters noch ein rotierender Glaswürfel eingeschaltet, welcher die Durchblickslinien der Schlitze optisch verbreitert. Durch dieses Verfahren ("Kymoskopie") besteht, ähnlich wie bei der Röntgenkinematographie, die Möglichkeit, die dargestellten Vorgänge in ihrer Gesamtheit erfassen und beurteilen zu können, allerdings ebenfalls ohne die Möglichkeit der objektiven Auswertung.

zu 2. Zur objektiven Verwertung wird die Aufnahme direkt ausgemessen. Ein Flächenkymogramm läßt sich wie eine gewöhnliche graphische Darstellung lesen:

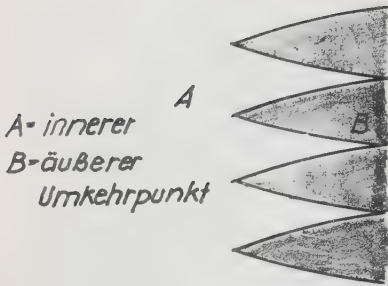
Verläuft der Organrand (dessen Darstellung den wichtigsten Teil der kymographischen Aufnahme ausmacht) senkrecht zu den Rasterschlitzten, d.h. parallel zur Ablaufsrichtung des Rasters, (Skizze) so kann man ihn als Ordinate, den Rasterschlitz selbst als Abszisse eines Koordinatensystems betrachten, in welchem auf der Ordinate die Zeit, welche genau bekannt bzw. errechenbar ist, auf der Abszisse aber die Strecke, die in der betreffenden Zeit zurückgelegt wird, abgelesen werden.



Diejenige Strecke, welche zwei Umkehrpunkte einer Bewegung miteinander verbindet, wird auch als Bewegungsamplitude (Schlagamplitude) bezeichnet. Aus dem eben Gesagten ergibt sich auch, daß eine Ortsveränderung eines Punktes am Organrand nur dann in ihrem Umfang dargestellt wird, wenn dieser Organrand senkrecht zu den Rasterschlitten verläuft. Ist dies nicht der Fall, so weist die Darstellung Verzerrungen (Verkürzungen) auf. In der Praxis ist dies die Regel, da eine senkrechte Stellung des Organrandes zu den Rasterschlitten nur in ganz wenigen Punkten zu beobachten ist. Die dadurch sich ergebende Ungenauigkeit wird aber meist vernachlässigt, da das Flächenkymogramm stets einen Überblick über die Gesamtbewegung ergeben soll, die Zeitbeziehungen in jedem Fall stimmen und auffällige Veränderungen auch unter diesen Umständen festzustellen sind. Zur exakt-mathematischen Auswertung der Ortsveränderung bestimmter Punkte dienen die Aufnahmen mit dem bereits erwähnten Einschlitzkymographen, dessen Aussparung sich beliebig drehen und auf einen einzelnen Punkt einstellen läßt.

Wenn der Organrand jeweils annähernd senkrecht zu den Rasterschlitten verläuft, stellen sich Bewegungen folgendermaßen dar:

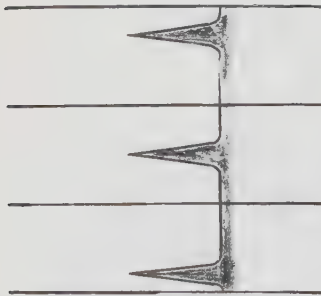
Bewegungen, welche senkrecht zum Organrand verlaufen, stellen sich



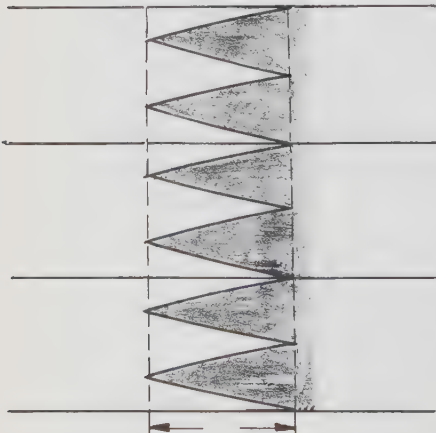
dar als Kurven, die jeweils einen (auf das Organ bezogenen) äußeren und inneren Umkehrpunkt besitzen. Zwischen diesen Umkehrpunkten verläuft die Kurve steiler, d.h. mehr parallel zur Rasterlinie, je schneller eine Bewegung abläuft, oder flacher, d.h. mehr dem Organrand angenähert, je langsamer sie abläuft. Bewegungstillstand wird

durch eine mit dem Organrand zusammenfallende Linie dargestellt.

Bewegungen, welche parallel zum Organrand verlaufen (Wellenbewegungen), zeichnen sich derart ab, daß die entsprechende Kurve im benachbarten Rasterstreifen etwas verschoben, im nächsten wieder etwas verschoben erscheint usw. und zwar richtet sich die Verschiebung jeweils nach der Geschwindigkeit des Ablaufs der Wellenbewegung, d.h. sie ist umso größer, je schneller diese abläuft.



Um das Ausmaß aller möglichen Bewegungen zu erfassen, werden die äußeren Umkehrpunkte aller Kurven miteinander und die inneren Umkehrpunkte ebenfalls miteinander verbunden. Der Raum zwischen diesen beiden Verbindungslinien heißt Bewegungsraum und umschließt diejenige Fläche, innerhalb der sich alle Gestaltänderungen eines Organs abspielen können. Um die Gestalt des Organs zu einem bestimmten Zeitpunkt herauszugreifen, ist es nötig, alle Randpunkte des Organs zu diesem Zeitpunkt festzustellen und untereinander zu verbinden.



Eine andere Erscheinung, welche an kymographischen Aufnahmen festzustellen ist, ist die Änderung des Volumens in der Tiefe. Diese Volumen- oder Dichteänderung stellt sich dabei als eine Änderung der Intensität der Schwärzung auf der Aufnahme dar. Nimmt z.B. ein Organ während der Aufnahme an Volumen zu, so wird es weniger durchlässig für die Röntgenstrahlen und der Film wird dementsprechend weniger geschwärzt. Im umgekehrten Fall ist die Schwärzung intensiver und es läßt sich so eine Volumenzu- oder -abnahme an der streifenförmig zu- oder abnehmenden Schwärzung ablesen.

DIE AUSWERTUNG DER KYMOGRAPHISCHEN HERZAUFNAHMEN

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden Aufnahmen von 100 Hunden angefertigt. Von diesen Aufnahmen waren aus Gründen, die noch aufgeführt werden, ein Teil nicht auswertbar, so daß für die Auswertung schließlich 150 Aufnahmen von 78 verschiedenen Tieren zur Verfügung standen. Um die auf einem Kymogramm festgehaltenen Herzbewegungen zu erkennen, genügt bei Kenntnis des Aufnahmevorganges die Betrachtung der Aufnahme. Auch die Auswertung wird im allgemeinen auf diese Weise vorgenommen.

Zunächst ist die Beeinflussung durch die Atmung abzutrennen. Sie stellt eine der Hauptschwierigkeiten bei der Beurteilung von Aufnahmen am Tier dar und macht sich gelegentlich durch Verlagerung des ganzen Herzens nach kranial bemerkbar. Dadurch, daß ihre Frequenz wesentlich geringer ist, als die der Herzaktion, läßt sie sich von dieser unterscheiden. Die Zahl der Atemzüge auf der jeweiligen Aufnahme kann am Zwerchfell ohne Schwierigkeiten abgelesen werden.

Die Randkurven als Ausdruck der Gestaltänderung des Herzens und parallel zu diesen im Inneren die Dichteänderungsstreifen als Ausdruck der Volumenänderung des Herzens lassen sich bei der Betrachtung des Herzschatte ns ebenfalls ohne Schwierigkeiten erkennen. Die Dichteänderungsstreifen, deren Sichtbarkeit stark von der Aufnahmetechnik abhängt, fehlen, nachdem sie durch Volumenänderung zustandekommen, an den Vorhöfen, deren Füllungszustand (Volumen) durch aus der Peripherie nachströmendes Blut stets auf ungefähr gleicher Höhe erhalten wird. Im Gebiet der Herzkammern sind sie dagegen Ausdruck der durch die Diastole und Systole bedingten, starken Größenschwankungen.

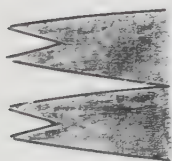
Die Gestaltänderung des Herzens drückt sich in den Randkurven aus, die dementsprechend an der ganzen Kontur zu erkennen sind. Sie sind je nach dem Gebiet, welchem sie entstammen, verschieden geformt. Den Hauptanteil machen die Kurven der Kammerbewegung aus. Bei den Aufnahmen in der beschriebenen Form sind sie im Gebiet der rechten Kammer weitgehend durch den dichten Schatten des Brustbeins überdeckt. Ebenso werden die Anteile der linken Kammer, welche die Herzspitze bilden, weitgehend durch den Zwerchfellschatten verdeckt, was die Auswertungsmöglichkeiten bereits stark einschränkt. Die Kammerkurven sind in der Regel lanzettförmig, d.h. beide Schenkel sind gekrümmt. In einem Teil der Fälle zeigten sich Formen, bei denen der systolische Schenkel gestreckt, der diastolische dagegen gekrümmt erscheint (Hakenform). Nur ganz vereinzelt (zwei Fälle) finden sich Formen, bei denen

beide Schenkel konkav gekrümmt sind. Zu den hier genannten, wichtigsten Formen der Kammerkurven kommt eine Vielzahl von Übergangsformen, so daß sich eine genaue Grenze nicht ziehen und sichere Prozentzahlen nicht nennen lassen. Die Grenze zwischen Vorhof und Kammer verläuft rechts in Höhe des Schnittpunktes mit der vierten Rippe, links in Höhe des Austritts der V. cava caud. Die linke Vor- kammer wird zum gro- sen Teil von der Auftei- lung der Trachea und der Hauptbronchen über- lagert.



*Hauptformen
der
Kammerbewegung*

Herzbasiswärts von diesen Trennlinien beginnt das Gebiet der Vorhofbewegung, welche weniger charakteristisch und ausgeprägt ist, da sie sich aus der Eigenbewegung des Vorhofs sowie aus der mitgeteilten Bewegung des Klappenschlusses zusammensetzt. Die dünnwandigen Vorhöfe nehmen



Vorhofsbewegung

solche mitgeteilten Bewegungen leicht auf im Gegensatz zu den dickwandigen Kammern. Die Einzelkurven des Vorhofgebietes zeigen unregelmäßig aufgesplitterte Formen als Folge dieser Überlagerungen.

Betrachtet man die Größe der Lateral- bzw. Medialbewegung, also die Schlagamplitude an verschiedenen Stellen des Herzumrisses, so zeigt sich, daß diese am größten ist im Mittelteil des Kammergebietes.

Von hier aus nimmt sie nach der Herzspitze zu allmählich ab. Die Herzspitze selbst läßt wegen der dort stattfindenden Überlagerungen keine Randkurven erkennen. Zu den Vorhöfen hin nimmt die Kammerbewegung ebenfalls wieder ab und die Amplitude der eigentlichen Vorhofbewegung beträgt gleichmäßig, soweit erkennbar, etwa die Hälfte der größten Amplitude im Kammergebiet. Zum Teil erklärt sich dies daraus, daß das Herz infolge seiner stark abgerundeten Form nur in zwei Punkten, nämlich an denen seiner größten Breite, senkrecht zu den Rasterschlitten verläuft und daher die Bewegungen in allen anderen Teilen verkürzt dargestellt werden. Die Intensität der festgehaltenen Bewegung ist zudem von vielen Faktoren abhängig und selbst bei ein- und demselben Individuum nicht konstant. Faktoren, welche hier eine Rolle spielen, sind u. a. ob das Tier vor der Aufnahme Ruhe oder Bewegung hatte, ob es sich während der Aufnahme aufregte u. ä. Es ist einleuchtend, daß z. B. starke Bewegung vor der Aufnahme die Herzfrequenz erhöht und dementsprechend das Bild beeinflusst.

Weiterhin läßt sich in den meisten Fällen die Bewegung der Aorta erkennen, welche der den Kammern entgegengesetzt verläuft d. h. dem

Beginn der Systole an der Kammer entspricht der Beginn der Diastole an der Aorta, weil die Aortenbewegung eine passive ist, hervorgerufen durch den wechselnden Füllungszustand des Gefäßes. Mit Beginn der Systole an der Kammer wird die Aorta aufgefüllt. Es entsteht so deren phasenverschobene Randkurve. Sie zeigt spitze Formen mit zwei konkaven Schenkeln, was für einen Bewegungsablauf spricht, dessen Geschwindigkeit bis zum Erreichen der maximalen Füllung stetig größer wird. Die Entleerung geht dagegen mit zunehmender Verzögerung vor sich.

Zusammengefaßt ergibt sich folgende Verteilung der einzelnen Randkurvenformen:

Kammergebiet. Die Kurven zeigen in der Regel Lanzettform, in einigen Fällen Hakenform. Ganz selten finden sich spitze Randkurven mit zwei konkaven Schenkeln.

Vorhofgebiet. Die Randkurven sind unregelmäßig aufgesplittert und zeigen meist mehrere Spitzen.

Aorta. Hier finden sich Formen, die denen mit zwei konkaven Schenkeln im Kammergebiet ähneln.

Zur Herstellung genauer Zeitbeziehungen und zur exakten Auswertung der Kymogramme wurde die Aortenkurve benutzt und in Beziehung zu einem gleichzeitig abgenommenen Elektrokardiogramm gesetzt. Dieses Verfahren wurde aber bald fallengelassen, weil es umständlich und zeitraubend ist und die durch einfaches Betrachten der Aufnahme mit unbewaffnetem Auge gewonnene, klare Übersicht wieder verlorengeht.

Es hat sich bereits in der Humanmedizin bei der Untersuchung zahlloser Aufnahmen gezeigt, daß jede Aufnahme in den Einzelheiten von der anderen abweicht. Umsomehr muß dies in der Tiermedizin zutreffen, wo eine große Anzahl unterschiedlichster Rassen, Schläge und Größen berücksichtigt werden muß.

Es wurde ferner versucht, durch Untersuchung von Tieren mit eindeutigen, klinisch festgestellten Herzerkrankungen pathologische Erscheinungsformen im Kymogramm festzustellen. Von fünfzehn untersuchten Tieren wies jedoch nur eines nachweisbare Veränderungen im Kymogramm auf. Es handelte sich dabei um einen sechsjährigen Neuseeländer-Rüden, der einen Fall von muskulärer Insuffizienz auf Grund einer Dilatatio cordis zeigte. Das Kymogramm zeigt hier unregelmäßige Herzaktionen und zwar in Bezug auf den Rhythmus und auf die Größe des einzelnen Ausschlages.

Bei der Reihenanfertigung der kymographischen Aufnahmen ergaben sich einige Fälle von Extrasystole. Die Verbreiterung der diastolischen Zacke im Kammergebiet, welche der kompensatorischen Pause entspricht, läßt sich einwandfrei erkennen.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde die Brauchbarkeit der Röntgenkymographie als einfach auszuführende, ergänzende Herzuntersuchung bei Hunden geprüft. Zu diesem Zwecke wurden von 100 Hunden Aufnahmen, z. T. in dorso-ventralem, z. T. in dextro-sinistralen Strahlengang angefertigt. Von den Aufnahmen mußte ein Teil wegen verschiedener Mängel ausgeschieden werden, so daß zur Auswertung 150 Aufnahmen von 78 Hunden zur Verfügung standen.

Im Laufe der Versuche ergab sich als günstigste Lagerung die linke Seitenlage mit dextro-sinistralen Strahlengang, als günstigste Ablaufszeit für die Kymokassette 1,8 - 2,8 sec. bei einer Schlitzbreite von 0,3 mm und einem Schlitzabstand von 12 mm. Die durchschnittlichen Belichtungsdaten waren: 3 sec., 150 m.A. bei 50 kV und einem Fokus-Filmabstand von 120 cm.

Die erhaltenen Aufnahmen wurden ausgewertet und gewisse Grundformen der Randkurven festgestellt. In der hier beschriebenen Form dürfte sich die Kymographie wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten für praktische Zwecke nicht eignen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Aus den aufgezeigten Auswertungsergebnissen, die den Anforderungen für eine praktische Verwendung nicht genügen, ist zu ersehen, daß das hier beschriebene und verwendete Verfahren der röntgenkymographischen Herzaufnahme beim Hunde nicht den erhofften Erwartungen entspricht. Kurz seien hier noch einmal die Gründe dafür aufgezeigt:

1. Die sehr unterschiedlichen Herzgrößen und Herzfrequenzen bei den verschiedenen Hunderassen können durch eine einfache kymographische Kassette, wie sie hier verwendet wurde, nicht genügend erfaßt werden. Es müßte zu diesem Zweck ein Kymograph mit einstellbarer Ablaufzeit und variabler Schlitzbreite benutzt werden.
2. Das Herz des Hundes nähert sich der Kugelform, was zu starken Verzerrungen bei der Aufzeichnung der Randbewegung führt.
3. Die Atmung läßt sich nicht ausschalten und bildet einen wesentlichen Störfaktor.
4. Die anatomischen Verhältnisse im Brustkorb des Hundes bewirken, daß bei Seitenlagerung der größte Teil der rechten Kammer, des linken Vorhofs und die Herzspitze durch andere Organe überdeckt werden, daß ferner bei Rücken- oder Brustlagerung das Herz so projiziert erscheint, daß fast nur die linke Kammer zur Darstellung kommt.
5. Das Tier verhält sich nicht ruhig bei der Aufnahme, sondern muß festgehalten werden. Selbst dann gelingt es ihm oft noch während der Aufnahme seine Lage geringfügig zu verändern, wodurch die Aufnahme im allgemeinen unbrauchbar wird.
6. Das Herz beschreibt nicht nur die durch das Kymogramm festgehaltenen systolischen und diastolischen, sondern darüber hinaus auch Dreh- und Pendelbewegungen, welche geeignet sind, das Bild zu stören.

Aus diesen Punkten ergibt sich, daß die Kymographie in der hier verwendeten Form für die beabsichtigte diagnostische Verwendung nicht geeignet sein dürfte. Es wäre denkbar, daß sie für gewisse differentialdiagnostische Untersuchungen, wie in der Humanmedizin (z.B. Unterscheidung Aorten-Aneurysma - Mediastinaltumor) so auch in der Tiermedizin verwendbar wäre, doch fehlen hierüber entsprechende eigene Untersuchungen. Außerdem wäre die Brauchbarkeit der Röntgenkymographie zur Untersuchung anderer Organe z.B. des Magens noch zu prüfen.

LITERATURVERZEICHNIS

- (1) C.G. Sundberg "The roentgenkymogram of the normal heart".
Acta radiol. (Stockh.) 14 (1933)
- (2) Kaestle, Rieder und Rosenthal "Die Magen-Bioröntgenographie"
München med. Wschr. No. 6 (1909)
Siehe auch: Zeitschr. f. Roentgenkunde
Bd. 12, S. 1 (1910) und Röntgentaschen-
buch Bd. III S. 46 (1911)
- (3) Levy-Dorn und Silberberg "Polygramme"
Berliner klin. Wschr. No. 2 und 28 (1912)
- (4) Bronislaw Sabat "Über ein Verfahren der röntgenographischen
Darstellung der Bewegungen des Zwerchfells,
des Herzens, der Aorta usw."
Lwowski Tygodnik Lekarski No. 28 (1911)
- (5) Th. Gött u. J. Rosenthal "Über ein Verfahren zur Darstellung der Herz-
bewegung mittels Röntgenstrahlen (Röntgen-
kymographie)".
Münch. med. Wschr. No. 38 (1912)
Siehe auch: "Über Röntgenkymographie"
Röntgen-Taschenbuch Bd. 5 S. 51 (1913) und
Th. Gött "Studien über die Pulsation des Herzens mit
Hilfe der Röntgenstrahlen".
Habilitationsschrift München, Müller u.
Steinicke (1913)
- (6) Becker "Die Analyse des Elektrokardiogramms mit-
tels der Röntgenkymographie"
Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 113
S. 216 (1914)

- (7) Stumpf, Weber und
Weltz "Röntgenkymographische Bewegungslehre
innerer Organe"
Georg Thieme Verlag, Leipzig (1936)
- (8) Delherm, Thoyer-Rozat,
Fischgold und Codet "Abrégé de la nouvelle technique radio-
kymographique"
Bull. Soc. méd. France 21 (1931)
Siehe auch:

Delherm, Thoyer-Rozat
und Fischgold: "L'examen fonctionnel du coeur par la
radiokymographie"
Verh. 4. intern. Kongr. Radiol. 2 (1934)
- (9) Pietro Cignolini "Nuovo metodo di chimografia.
Nota preventiva"
Riv. Radiol. e Fisica med. 6,
Festschr. Busi Pte 2, 561 - 583 (1931)
und

Cignolini "Die Röntgenkymographie mit unterbroche-
nem Schlitz. Persönliche Methode".
Fortschr. Röntgenstr. 49 (1934)
- (10) Cignolini "Il modello 5 del mio chimografo"
Radiol. med. 25 (1938)
- (11) Siehe hierzu: Zusammenfassung der
gesamten bisherigen kymographischen
Schriften in:
Stumpf - Weber - Weltz "Röntgenkymographische Bewegungslehre
innerer Organe"
S. 510 - 516
- (12) Mellins, Kottmeier, Kiely "Radiologic Signs of Pericardial Effusion"
Radiology 73, No. 1 (1959)
- (13) Karl-Heinz Habermehl "Die Verlagerungen der Bauch- und Brustorga-
ne des Hundes bei verschiedenen Körperstel-
lungen" Habilitationsschrift Gießen 1953

Zum Schluß möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. M. Westhues sowie Herrn Prof. Dr. H. Schebitz für die Überlassung des Themas, ferner Herrn Prof. Dr. P. Stumpf und Herrn Dr. H. Grasser für die freundlich gewährten Ratschläge bei der Durchführung der Arbeit meinen Dank aussprechen.

LEBENS LAUF

Am 12. März 1934 wurde ich als Sohn des Diplom-Ingenieurs Christian Zeiller und seiner Ehefrau Maximiliane geb. Wind in München geboren. Nach vier Jahren Volksschule in Bremen, Freutsmoos (Obb.) und Leoben (Steiermark) besuchte ich die Oberschule für Jungen in Leoben, die Oberrealschule für Jungen in Rosenheim und die Gisela-Oberrealschule in München. Im Jahre 1953 legte ich die Reifeprüfung am Neuen Realgymnasium in München ab und bezog im Wintersemester 1953/54 die Universität München zum Studium der Tiermedizin. Das Vorphysikum legte ich im Wintersemester 1954/55, das Physikum im Sommersemester 1955 ab. Das sechste und siebte Fachsemester verbrachte ich an der Tierärztlichen Hochschule in Wien. Im Sommersemester 1958 legte ich das Staatsexamen an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München mit Erfolg ab.

